

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-25063

(43) 公開日 平成8年(1996)1月30日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 20/00	3 6 0	G		
B 2 1 B 19/02				
B 2 3 K 20/04		G		
F 1 6 L 13/02				

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平6-160188

(22) 出願日 平成6年(1994)7月12日

(71) 出願人 000002118
住友金属工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(71) 出願人 000224754
動力炉・核燃料開発事業団
東京都港区赤坂1丁目9番13号

(72) 発明者 中筋 和行
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 池永 慶章
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
住友金属工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 河野 登夫

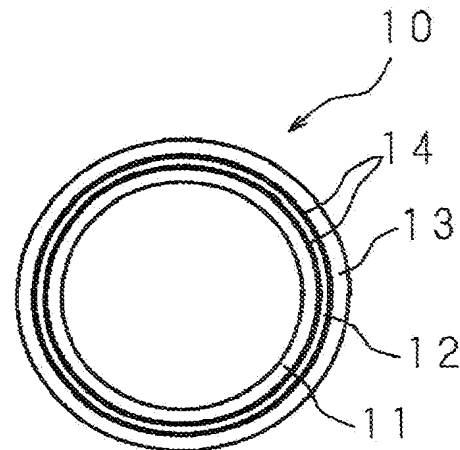
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異材管継手の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 優れた接合性及び接合強度を有する大径の異材管継手を製造する方法を提供する。

【構成】 ステンレス鋼またはニッケル基合金からなる筒状の内層材11の外側にジルコニウム系材料またはチタン系材料からなる筒状の中間層材12を嵌合させ、さらに、その外面側に内層材11と同種類の筒状の外層材13を嵌合させ、夫々の接合面にTa箔からなるタンタル層14を介在せしめて嵌合組立材10を形成する。これを加熱した後、3個のコーン型ロールを備える傾斜圧延機で圧延することにより、夫々の層材を接合してクラッド管を形成する。所定長さのクラッド管の一端側は外層材13を他端側は中間層材12を残すように他を除去し、異材管継手を製造する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸方向両端部の夫々が異種類の金属管からなる異材管継手の製造方法において、変形抵抗が大きい金属からなる内層材及び外層材と、変形抵抗が小さい金属からなる中間層材とを、前記中間材を内層材と外層材との間に介在せしめて嵌合し、複合管材を形成する工程と、該複合管材を加熱する工程と、3個または4個のロールを備える傾斜圧延機を用い、1.05～1.25の延伸比で圧延してクラッド管を形成する工程と、該クラッド管の一端側で外層材または内層材を残存させて残りを除去する工程と、他端側で中間層材を残存させて残りを除去する工程とを有することを特徴とする異材管継手の製造方法。

【請求項2】 前記内層材及び外層材にステンレス鋼またはニッケル基合金を用い、前記内層材にアルミニウムまたはアルミニウム合金を用いて、形成された前記複合管材を450℃乃至620℃に加熱する請求項1記載の異材管継手の製造方法。

【請求項3】 軸方向両端部の夫々が異種類の金属管からなる異材管継手の製造方法において、変形抵抗が大きい金属からなる内層材及び外層材と、変形抵抗が小さい金属からなる中間層材とを、前記中間材を内層材と外層材との間に介在せしめ、前記内層材と中間層材との間及び中間層材と外層材との間にタンタル層を夫々介在せしめて嵌合し、複合管材を形成する工程と、該複合管材を加熱する工程と、3個または4個のロールを備える傾斜圧延機を用い、1.05～1.25の延伸比で圧延してクラッド管を形成する工程と、該クラッド管の一端側で外層材または内層材を残存させて残りを除去する工程と、他端側で中間層材を残存させて残りを除去する工程とを有することを特徴とする異材管継手の製造方法。

【請求項4】 前記内層材及び外層材にステンレス鋼またはニッケル基合金を用い、前記中間層材にジルコニウム系材料またはチタン系材料を用いて、形成された前記複合管材を800℃乃至1200℃に加熱する請求項3記載の異材管継手の製造方法。

【請求項5】 前記複合管材は、肉厚の外径に対する比が0.08以下の外層材を用いる請求項1、2、3又は4記載の異材管継手の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は異種金属を用いて形成された管状部品同志を接続するための異材管継手の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、原子炉プラントには高耐食性のステンレス鋼またはインコネル（商品名）等のニッケル基合金と、純ジルコニウム、ジルカロイ等のジルコニウム合金（以下ジルコニウム系材料と総称する）または、純チタン、Ti-5%Ta等のチタン合金（以下チタン系材料

と総称する）との異材管継手を使用されている。特にジルコニウム系材料、チタン系材料は耐食性に優れており、また熱中性子吸収断面積が極めて小さいので強酸液回収装置、原子炉等の材料として利用されている。

【0003】一方、LNG（液化窒素ガス）、LPG（液化石油ガス）等の極低温物質用のプラントの配管装置には、ステンレス鋼またはニッケル基合金とアルミニウムまたはアルミニウム合金との異材管継手を使用されている。

【0004】このような異材管継手の過酷な使用条件の要求に応じて、異種金属を接続する継手法の改良がなされている。例えばフランジ継手、ねじ込み継手等の機械的接合法に変わって、圧着接合法または拡散接合法による異材管継手法等が提案されている。圧着接合法では特公平4-71636号公報で爆発圧着法が提案され、拡散接合法では本願出願人が特公平6-9749号公報で圧延拡散接合法を提案している。

【0005】前者の爆発圧着法（特公平4-71636号公報）は、2重管を爆発圧着で製造した後、この2重管に他の金属管を爆発圧着せしめて3重のクラッド管を得る方法である。また他の方法に、3種類の管例えばZr, Ta, SUSを夫々互いに間隙を有して3重に嵌め合わせ、一度に爆発圧着して3重のクラッド管を得る方法もある。これらの爆発圧着法では、大がかりな装置及び広い実施場所が必要であり、生産性も低い。また、爆発圧着法は局所に大きく変形を生ぜしめる加工法であるので、組み合わせ材料に大きな制限が課せられ、変形抵抗が大きく異なる材料同志を圧着することが困難であった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このような問題を解決すべく、本願発明者らの2人が上述した後者の圧延拡散接合法（特公平6-9749号公報）を提案した。この圧延拡散接合法は、ステンレス鋼またはニッケル基合金とジルコニウム系材料またはチタン系材料とを2重に嵌合した複合材を熱間圧延により拡散接合し、接合されたクラッド材を内外削して異材継手を得る方法である。この方法は圧延法であるので、容易に且つ高生産性を有して異材継手を製造することができる。しかしながら、大外径例えば60mm以上の異材継手を製造する際には、これより細径の異材継手と同程度の接合性を与えることが困難な場合があった。

【0007】即ち、大外径の異材継手を製造する際に、中実の複合材を圧延する場合には、外層材に比較して内層材の断面積割合が大きいので、圧延時の圧縮応力が内層材の中心部分にまで作用しない。更に、複合材の内層材が外層材よりも変形抵抗が小さい金属である場合には、圧縮応力が内層材全体に均一に作用しない。これらの理由で良好な接合性が得られない場合があった。また、内層材が中空の複合材では、内層材の変形抵抗が外

層材よりも小さいので、内層材と外層材との界面に作用する圧縮応力が低下し、このために内層材と外層材との接合力が低下する。このようなことから、大径の異材管継手を製造する際でも圧延後の接合強度が低下することなく、更に良好な接合性を有するクラッド管を製造することが望まれていた。

【0008】本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、変形抵抗が小さい金属からなる中間層材の管の内外面両側に、変形抵抗が大きい金属からなる外層材及び内層材を夫々嵌合して圧延することにより、接合性が

【0009】

【課題を解決するための手段】第1発明に係る異材管継手の製造方法は、軸方向両端部の夫々が異種類の金属管からなる異材管継手の製造方法において、変形抵抗が大きい金属からなる内層材及び外層材と、変形抵抗が小さい金属からなる中間層材とを、前記中間材を内層材と外層材との間に介在せしめて嵌合し、複合管材を形成する工程と、該複合管材を加熱する工程と、3個または4個のロールを備える傾斜圧延機を用い、1.05～1.25の延伸比で圧延してクラッド管を形成する工程と、該クラッド管の一端側で外層材または内層材を残存させて残りを除去する工程と、他端側で中間層材を残存させて残りを除去する工程とを有することを特徴とする。

【0010】第2発明に係る異材管継手の製造方法は、第1発明において、前記内層材及び外層材にステンレス鋼またはニッケル基合金を用い、前記内層材にアルミニウムまたはアルミニウム合金を用いて形成された前記複合管材を450℃乃至620℃に加熱することを特徴とする。

【0011】第3発明に係る異材管継手の製造方法は、軸方向両端部の夫々が異種類の金属管からなる異材管継手の製造方法において、変形抵抗が大きい金属からなる内層材及び外層材と、変形抵抗が小さい金属からなる中間層材とを、前記中間材を内層材と外層材との間に介在せしめ、前記内層材と中間層材との間及び中間層材と外層材との間にタンタル層を夫々介在せしめて嵌合し、複合管材を形成する工程と、該複合管材を加熱する工程と、3個または4個のロールを備える傾斜圧延機を用い、1.05～1.25の延伸比で圧延してクラッド管を形成する工程と、該クラッド管の一端側で外層材または内層材を残存させて残りを除去する工程と、他端側で中間層材を残存させて残りを除去する工程とを有することを特徴とする。

【0012】第4発明に係る異材管継手の製造方法は、前記内層材及び外層材にステンレス鋼またはニッケル基合金を用い、前記内層材にジルコニウム系材料またはチタン系材料を用いて形成された前記複合管材を800℃乃至1200℃に加熱することを特徴とする。

【0013】第5発明に係る異材管継手の製造方法は、第1、第2、第3又は第4発明において、前記複合管材は、肉厚の外径に対する比が0.08以下の外層材を用いることを特徴とする。

【0014】

【作用】第1発明の異材管継手の製造方法では、変形抵抗の小さい金属管からなる中間層材の外側と内側とに変形抵抗の大きな金属管を嵌合するので、圧延する際の中間層材への圧縮応力が外側からだけでなく内側からも作用する。また、3、4個のロールを備える傾斜圧延機を用いて圧延することにより、接合界面に付加剪断歪を与えて接合性を高めることができる。これらにより、中間層材の変形の挙動が制限されて断面内均一に変形し、中間層材と外層材との接合力及び中間層材と内層材との接合力が強力になる。また、例えば圧延時にマンドレルを使用することにより、外面からと同程度の圧縮応力を内側から与えることができ、更に接合性が良好になる。

【0015】第2発明の異材管継手の製造方法では、第1発明に加えて、内層材及び外層材にステンレス鋼またはニッケル基合金を用い、これらよりも変形抵抗が小さいアルミニウムまたはアルミニウム合金を内層材に用い、内層材への圧縮応力を同種の金属である内層材及び外層材により内外面から作用させて接合性を良好にする。また、加熱温度が450℃乃至620℃であるので、アルミニウムまたはアルミニウム合金が溶融することがない。

【0016】第3発明の異材管継手の製造方法では、接合界面に金属間化合物を形成するような組合わせの金属を用いる場合に、第1発明に加えて、中間層材と外層材との間及び中間層材と内層材との間にタンタル層を介在させて嵌合するので、前記複合管材の接合界面において、脆い又は耐食性に劣る金属間化合物が形成されことなく、圧延後の夫々の接合部分の接合性が良好になる。

【0017】第4発明の異材管継手の製造方法では、第3発明に加えて、内層材及び外層材にステンレス鋼またはニッケル基合金を用い、これらよりも変形抵抗が小さいジルコニウム系材料またはチタン系材料と内層材に用い、夫々の接合界面にタンタル層を設けて、内層材への圧縮応力を同種の金属である内層材及び外層材により内外面から作用させて接合性を良好にする。また、加熱温度が800℃乃至1200℃であるので、タンタル層の接合界面にタンタル-鉄系またはタンタル-ニッケル系の脆い又は耐食性に劣る金属間化合物が生じることがない。

【0018】第5発明の異材管継手の製造方法では、肉厚の外径に対する比が0.08以下の外層材を用いて複合管材を形成することにより、更に高接合性及び高接合強度の異材管継手が製造される。

【0019】

【実施例】以下本発明をこれを示す図面に基づき具体的に説明する。図1は本発明に係る嵌合組立材の正面断面図、図2はその一部破砕した側面図であり、図中10は嵌合組立材を示す。嵌合組立材10は、ステンレス鋼またはニッケル基合金からなる筒状の内層材11の外側にジルコニウム系材料またはチタン系材料からなる筒状の中間層材12を嵌合させ、さらに、その外面側にステンレス鋼またはニッケル基合金からなる筒状の外層材13を嵌合させて、夫々の接合面にTa箔からなるタンタル層14を介在せしめてなる。この嵌合した状態で内層材12と外層材13との間を真空状態(1×10^{-3} Torr以下)とした後、嵌合組立材10の中間層材12の両端にリング状の蓋部材15を嵌装して内層材12と外層材13との間を密閉し、図示しない加熱炉にて加熱した後、傾斜圧延機へ送給する。ここで、内層材12と外層材13との間を真空状態にするのは、この嵌合組立材10を加熱したときに接合界面に酸化物が形成されるのを回避するためである。

【0020】図3は本発明の実施に使用する傾斜圧延機を示す模式図であり、図4は図3のIV-IV線による正面図であり、図5は傾斜角 β を示す側面図である。なお、図3は図4のIII-III線による断面図である。傾斜圧延機4はバスライン周りに臨んで3個のコーン型ロール1,2,3を有する。3個のロール1,2,3は出側端部にゴージ部1a,2a,3aを夫々備え、ゴージ部を境にして入側は軸端に向けて漸次直径を縮小し、また出側は拡大された円錐台形をなす入口面1b,2b,3b及び出口面1c,2c,3cを備えており、出口面1c,2c,3cはバスラインとの距離をゴージ部とバスラインとの距離に一致させるようにしている。

【0021】このようなコーン型ロール1,2,3はいずれもその入口面1b,2b,3bを嵌合組立材10の移動方向上流側に位置させた状態とし、また軸心線Y-Yと、ゴージ部1a,2a,3aを含む平面との交点O(以下ロール設定中心という)を、嵌合組立材10のバスラインX-Xと直交する同一平面上にてバスラインX-X周りに略等間隔に位置せしめるべく配設されている。そして各ロール1,2,3の軸心線Y-Yはロール設定中心回りに、嵌合組立材10のバスラインX-Xとの関係において図3に示すように前方の軸端がバスラインX-Xに向けて接近するよう交叉角 γ だけ交叉(傾斜)せしめられ、且つ図4、図5に示すように前方の軸端が嵌合組立材10の周方向の同じ側に向けて傾斜角 β だけ傾斜せしめられている。ロール1,2,3は図示しない駆動源に連繫されており、図4に矢符で示す如く同方向に回転駆動され、これらのロール1,2,3間に噛み込まれた熱間の嵌合組立材10はその軸心線回りに回転駆動されつつ軸長方向に移動される。即ち螺旋移動せしめられる。

【0022】嵌合組立材10はロール1,2,3により螺旋移動せしめられる間に、図3に示す如くロールバイト部Aにて外径を絞られて、嵌合組立材10の圧下面Bが円錐台形状に成形された後、ゴージ部、出口面にて所定の外径

の丸管状のクラッド管16になる。なお、この傾斜圧延機4では、ロールの数が3個の場合について説明したが、ロールが4個の場合も上記と同様にして行う。

【0023】以上の如き製造工程において形成される嵌合組立材10にあつては、内層材11と中間層材12との接合面及び中間層材12と外層材13との接合面夫々にタンタル層14を設けている。タンタルは異種金属材料間で有害な金属間化合物の生成を抑制するので、タンタル層14を設けることにより接合強度、耐食性が向上する。

【0024】次に、上述の熱間圧延の設定条件を説明する。

(1) 800℃～1200℃の範囲に加熱すること。

(2) 延伸比(圧延後の長さ L /圧延前の長さ L_0)は1.05～1.25とする。

上記各設定条件の理由を述べる。まず加熱温度の上限を1200℃としたことは、温度が1300℃を超えるとTa-Fe系又はTa-Ni系の金属間化合物が形成されて脆化を生じるためである。本発明での傾斜圧延では圧延中加工熱が発生するので、これによる温度上昇を考慮して加熱温度の上限を1200℃とした。一方、加熱温度の下限を800℃としたのは、圧延時金属界面で拡散接合させるためであり、800℃に満たないと拡散接合に悪影響を及ぼすからである。

【0025】次に延伸比について述べる。 L/L_0 が1.25を越えると複合組立材10がロール1,2,3の間に張り出して、圧延途中の複合組立材10の断面形状が三角形～五角形の多角形となり、またフレアリング現象が生じて圧延ができなくなるからである。また、 L/L_0 が1.05未満では、クラッド間16の接合界面夫々の接合性及び接合強度が悪化するからである。

【0026】また本発明にあつて、熱間圧延に孔型圧延法ではなく傾斜圧延法を用いる理由について以下に述べる。管材用の孔型圧延法はオーバル・ラウンド孔型を有するロール配列によって多パス圧延を行う方法であり、各パスでの圧下途中の断面形状は非円形断面となる。従って、変形抵抗差が極端に異なる管材から構成されるような嵌合組立材を圧延する場合には、中間層材は圧延方向に伸び、内、外層材は圧延方向と垂直な方向に変形するので、各パスごとに内、外層材と中間層材とで隙間が発生し、完全に接合されたクラッド管を得ることが不可能なためである。

【0027】上記の理由によって、本発明にあつては軸対称加工法である傾斜圧延法を採用しており、従来の孔型圧延法では不足していた接合強度を十分な強度まで高め得るように、嵌合組立材10を傾斜圧延する。その結果、800℃～1200℃に加熱した嵌合組立材10の金属界面で拡散が促進されて拡散接合が可能になる。また、この熱間傾斜圧延によって若干の金属間化合物が生成した場合でも、接合界面に作用する円周方向の剪断歪によって金属間化合物層の厚みが薄肉化され、接合性に優れたク

ラッド管16を製造できる。

【0028】また、3個または4個のコーン型ロールを有する傾斜圧延機を用いる理由は、2個のロールを有する傾斜圧延機を用いた場合は、嵌合組立材10の断面形状が楕円になり、圧延中に円形断面形状を保持することが困難になるためである。また、5個以上のロールを備える傾斜圧延機は、機械設計上ロールを保持するショック部でのベアリング等の選定が困難であり、実用的ではない。

【0029】また、3、4個のロールを備える傾斜圧延機を用いて、嵌合組立材10の中空内部をマンドレルにより支持しつつ圧延しても良い。なお、この場合のマンドレルの外径は、マンドレルを用いずに圧延したときのクラッド管16の内径よりも若干例えば1mm～3mm大きくすることが望ましい。

【0030】以上のようにして製造されたクラッド管16の全長にわたって内層材11を除去した後、一端側では中間層材12を除く他のものを除去し、他端側では外層材13を除く他のものを除去して、図6に示すような異材管継手17を形成する。このようにして形成された異材管継手17の両端部分と、接続すべき2つの異材の管材Q、Rとを夫々同一材料同士で突き合わせ、互いに溶接する。即ち、異材管継手17のSUSからなる外層材13とSUSからなる右側の管材Rを溶接し、異材管継手17のZrからなる中間層材12とZrからなる左側の管材Qとを溶接する。

【0031】このように、接続する2つの異材の管材Q、Rと異材管継手17の同一材料同士をその突き合わせ端部で互いに溶接することによって、ジルコニウム系又はチタン系材料管Qとステンレス鋼又はニッケル基合金Rとを異材管継手17で継ぐことができるようになる。上述の実施例では、ステンレス鋼またはニッケル基合金とジルコニウム系材料またはチタン系材料とにより製造される異材管継手について説明したが、ジルコニウム系材料またはチタン系材料の替わりに純アルミニウムまたはアルミニウム合金とを用いても製造できる。この純アルミニウムまたはアルミニウム合金を用いた異材管継手について以下に説明する。

【0032】図7は本発明の他の実施例の嵌合組立材の正面断面図、図2はその一部破砕した側面図であり、図中20は嵌合組立材を示す。嵌合組立材20は、ステンレス鋼またはニッケル基合金からなる筒状の内層材21の外側に純アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる筒状*

数値例1.

外層材13: SUS304L, 外径97.3mm×内径87.0mm×長さ300mm の管
厚み t / 外径 $D = 0.053$

中間層材12: 純Zr, 外径86.4mm×内径76.1mm×長さ290mm の管
 $t / D = 0.06$

内層材11: SUS304, 外径75.5mm×内径65.2mm×長さ300mm の管
 $t / D = 0.058$

タンタル層14: 純Ta, 厚み0.1mm × 幅100mm

*の中間層材22を嵌合させ、さらに、その外面側にステンレス鋼またはニッケル基合金からなる筒状の外層材23を嵌合させてなる。上述のジルコニウム系材料またはチタン系材料を用いた実施例では夫々の接合面にTa箔を介在せしめているが、純アルミニウム、アルミニウム合金のような材料はステンレス鋼、ニッケル基合金のような材料との接合界面に、接合不良を来すような金属間化合物を生成しないので、Ta箔を介在せしめる必要はない。

【0033】このような嵌合組立材20は、内層材22と外層材23との間を真空状態(1×10^{-1} Torr以下)とした後に両端を密閉し、図示しない加熱炉にて加熱した後、傾斜圧延機へ送給する。このときの熱間圧延の設定条件について説明する。

(1) 450℃～620℃の範囲に加熱すること。

(2) 延伸比(圧延後の長さ L /圧延前の長さ L_0)は1.05～1.25とする。

加熱温度の上限を620℃としたことは、温度が660℃を超えるとアルミニウムが溶融するためである。本発明での傾斜圧延では圧延中加工熱が発生するので、これによる温度上昇を考慮して加熱温度の上限を620℃とした。一方、加熱温度の下限を450℃としたのは、金属界面で両金属を拡散接合させるためであり、450℃に満たないと拡散接合を十分に行えないからである。

【0034】このように加熱された嵌合組立材20は、図3～図5に示された傾斜圧延機を用いて圧延される。嵌合組立材20はロール1,2,3により螺旋移動せしめられる間に外径を絞られて、ゴージ部、出口面にて所定の外径の丸管状のクラッド管になる。この傾斜圧延機及び圧延の状態は上述の実施例と同様であり、その説明を省略する。

【0035】以上のようにして製造されたクラッド管の内層材21を全長にわたって除去した後、一端側では中間層材22を除く他のものを除去し、他端側では外層材23を除く他のものを除去して異材管継手を形成することにより、ステンレス鋼またはニッケル基合金とジルコニウム系材料またはチタン系材料とを異材管継手で継ぐことができる。

【0036】次に、以上の如き方法にて製造された試験片を用いて行った接合強度試験について述べる。まず、一端がジルコニウム系材料またはチタン系材料で、他端がステンレス鋼である異材管継手についての例を挙げる。

【0037】

数値例2.

外層材13: SUS304L, 外径97.3mm×内径87.0mm×長さ300mm の管
 $t/D=0.053$

中間層材12: Ti-5%Ta, 外径86.4mm×内径76.1mm×長さ290mm の管
 $t/D=0.06$

内層材11: SUS304, 外径75.5mm×内径65.2mm×長さ300mm の管
 $t/D=0.068$

タンタル層14: 純Ta, 厚み0.1mm×幅100mm

なお、夫々の管材の成分を表1及び表2に示す。 10*【表1】

【0038】

*
表 1

材 料	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
SUS304L	0.015	0.51	1.52	0.027	0.004	10.83	18.85
SUS304	0.04	0.48	1.50	0.030	0.005	11.0	18.15

【0039】

※ ※【表2】
表 2

材 料	C	Fe+Cr	Ta	O	N	H	Hf	Ti
純Zr	0.003	0.146	—	0.123	0.0017	0.0003	0.0048	残
Ti-5%Ta 合金	0.006	0.026	4.63	0.081	0.005	0.0008	—	残
材 料	Al	Mg	Cr					
純Al(1050)	99.5以上	—	—					
Al合金(5052)	残	2.5	0.25					

【0040】これらを用いて下記の方法で嵌合組立材10 30★円盤状の蓋部材15,15(図2参照)で電子ビームにて 3×10^{-5} Torrの真空度の状態にして密閉溶接した。
 を製作した。内層材11, 中間層材12, 外層材13及びタンタル層14を脱脂、洗浄したのち、タンタル層14を内層材11に巻き付け、これを中間層材12に挿入する。次にタンタル層14を中間層材12に巻き付け、これを外層材13に挿入する。その両端を中間層材12と同じ材料からなる段付★

【0041】次に、一端が純アルミニウムまたはアルミニウム合金で、他端がステンレス鋼である異材管継手についての例を挙げる。

数値例3.

外層材23: SUS304L, 外径97.3mm×内径87.0mm×長さ300mm の管
 $t/D=0.053$

中間層材22: 純Al, 外径86.4mm×内径76.1mm×長さ290mm の管
 $t/D=0.06$

内層材21: SUS304, 外径75.5mm×内径65.2mm×長さ300mm の管
 $t/D=0.068$

【0042】

数値例4.

外層材23: SUS304L, 外径97.3mm×内径87.0mm×長さ300mm の管
 $t/D=0.053$

中間層材22: アルミニウム合金5052,
 外径86.4mm×内径76.1mm×長さ290mm の管
 $t/D=0.06$

内層材21: SUS304, 外径75.5mm×内径65.2mm×長さ300mm の管

$$t/D=0.068$$

なお、夫々の管材の成分を表1及び表2に示す。

【0043】これらを用いて下記の方法で嵌合組立材を製作した。内層材21、中間層材22及び外層材23を脱脂、洗浄した後に、内層材21を中間層材22に挿入し、これを外層材23に挿入する。その両端を中間層材22と同じ材料からなる段付円盤状の蓋部材で電子ビームにて 3×10^{-5} Torrの真空度の状態にして密閉溶接した。

【0044】このように製作された嵌合組立材を加熱して、傾斜圧延を行いクラッド管を得た。このときの圧延条件は、

* 交差角 (γ): 3° , 傾斜角 (β): 9°

ロール径: 210mm, ロール回転数: 50 rpm

マンドレル: 設定有りの場合 径 52 mm

圧延時の加熱温度は数値例1, 2は 900°C で行い、数値例3, 4は 550°C で行った。表3に示す圧延パス・スケジュール (イ) ~ (ヘ) のように種々の延伸比で圧延した。

【0045】

【表3】

表 3

記号	パス・スケジュール	マンドレル有無	延伸比
イ	97.3 $\phi \rightarrow$ 92.7 ϕ	無	1.02
ロ	97.3 $\phi \rightarrow$ 86.0 ϕ	無	1.05
ハ	97.3 $\phi \rightarrow$ 81.5 ϕ	無	1.25
ニ	97.3 $\phi \rightarrow$ 80.0 ϕ	無	1.30
ホ	97.3 $\phi \rightarrow$ 87.6 ϕ	有	1.10
ヘ	97.3 $\phi \rightarrow$ 86.4 ϕ	有	1.20

【0046】このように圧延されたクラッド管の内層材11とタンタル層14とを全長にわたって内削除去し、一端側は外層材13のみを残存させ、他端側は中間層材12のみを残存させ、所定長さの異材管継手を得た。図9は、接合強度即ち剪断強度を調べる方法を示す模式的断面図である。図は数値例1の試供材について示している。試験片17aは、所定長さの異材管継手17の外層材13側を一定長さhであり、中間層材12側をその外径Dよりも僅かに小さい外径の円筒部に削径したものであり、各試供材について2個ずつ作成する。そして、中間層材12の外径D※

※よりも若干大きい直径の円形開口部を有する支持部材18を、外層材13側の端部がその開口部の縁部に当接するように配置し、その状態で円筒部側から押圧力を付与して中間層材12と外層材13とが破断する荷重Pを測定する。そして、測定された値を(1)式に代入し、剪断強度を求めた。その結果を表4に示す。

$$\text{剪断強度} = P / (\pi \times D \times h) \quad \cdots (1)$$

【0047】

【表4】

表 4

記号	剪断強度 (N/mm ²)			
	SUS304L/Zr	SUS304L/Ti-5%Ta	SUS304L/Al(1050)	SUS304L/Al合金(5052)
イ	152, 161	148, 154	30.5, 32.4	60.2, 68.5
ロ	279, 292	281, 295	61.8, 64.5	140, 143
ハ	323, 331	314, 338	62.5, 68.0	156, 159
ニ	圧延不能	圧延不能	圧延不能	圧延不能
ホ	302, 318	296, 307	62.3, 65.3	145, 151
ヘ	322, 335	313, 328	63.1, 67.7	149, 156

【0048】表4に示す結果から、全ての試供材について、延伸比が1.25を越える例 (ニ)では圧延が不可能であることが判る。また延伸比が1.02である例 (イ)では、延伸比が1.05である例 (ロ)に比較して剪断強度は極端に低くなることが判る。従って、高接合強度を有して異材管継手を製造するためには、延伸比は1.05以上1.25以下で行うことが望ましいと言える。

25以下で行うことが望ましいと言える。

【0049】また、数値例1~4について、表3に示すパススケジュールでクラッド管製作後に内層材11を除去して所定長の2重クラッド管を作成し、これらの超音波探傷試験を行って接合界面の接合率を調べた。このときの探傷条件は以下に示す通りである。

探傷器: HIS 1 (日本クラウトクレマ (株) 製)

探触子: V 3 7 7 (バナメトリクス (株) 製)

表示方法; 周波数: 30MHz

振動子径: 直径 0.25 インチ

焦点距離: 水中2インチ

【0050】各クラッド管の全面について測定した結果、例 (イ) では70~90%の接合面積率であり、例

数値例5、

外層材: SUS304L, 外径100 mm×内径87.0 mm×長さ300mm の管
 $t/D = 0.065$

数値例6、

外層材: SUS304L, 外径103mm×内径87.0mm×長さ300mm の管
 $t/D = 0.078$

数値例7、

外層材: SUS304L, 外径106 mm×内径87.0mm×長さ300mm の管
 $t/D = 0.090$

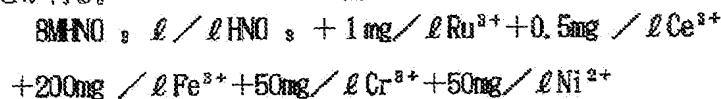
数値例8、

外層材: SUS304L, 外径108 mm×内径87.0mm×長さ300mm の管
 $t/D = 0.097$

数値例5~8では数値例1~4夫々の各層材と上記の外層材とを用いて上述と同様にして嵌合組立材を製作した。このときの圧延条件は、マンドレルを使用して延伸比が1.20とした。

【0052】その結果、中間層材に純Zr, Ti-5%Ta, 純アルミニウムまたはアルミニウム合金を用いた全ての試験材について、 $t/D = 0.090$ の数値例7及び $t/D = 0.097$ の数値例8は外層材と中間層材との間に若干の未接合部が生じた。一方、 $t/D = 0.065$ の数値例5及び $t/D = 0.078$ の数値例6では、未接合部は生じず、接合界面の剪断強度は表4の (へ) と同程度であり、良好な圧延が行えたと言える。これらのことから、高接合性及び高接合強度の異材管継手を製造するためには、複合組立材の外層材は外径Dに対する厚みtの比を0.08以下とすることが望ましいことが判る。

※



【0056】その結果を表5に示す。

【0057】

【表5】

表 5

材質組合	Ta箔の有無	圧延条件	腐食深さ (μm)
SUS304L/Zr	有	ホ	0, 0
	無	ホ	400, 72000
SUS304L/Ti-5%Ta	有	ホ	0, 0
	無	ホ	350, 71800

【0058】表5に示す結果から、タンタル層14を介在

* (ロ), (ハ), (ホ), (ヘ) では 100%の接合面積率であった。従って、高接合性を有して異材管継手を製造するためには、延伸比は1.05以上1.25以下で行うことが望ましいと言える。

【0051】次に、外層材の外径を変化させたクラッド管を上述と同様の手順で製作した。

20※【0053】また、耐食性を調べるべく上述の数値例

1, 2について、図10に示すように半円状で幅3mmの腐食試験片17bを、異材管継手の接合部分を圧延方向と直交する平面で切断して製作した。図中Rはクラッド管16の直径を示している。そして数値例1, 2の比較例として、タンタル層14を介在させない異材管継手を製作し、上述と同様に腐食試験片を製作した。

【0054】耐食性の測定は次のように行った。以下に示す腐食試験液を加熱し、沸点に達した腐食試験液に腐食試験片17bを120時間、浸漬保持する。その後、切断ミクロ顕微鏡法(500倍)にて接合界面の腐食深さを測定した。

【0055】

【数1】

40させない腐食試験片では接合界面で腐食が発生するが、タンタル層14介在させた数値例1, 2の腐食試験片17bでは接合界面での腐食は発生しないことが判った。これにより、ステンレス鋼またはニッケル基合金とジルコニウム系材料またはチタン系材料とを用いて製造された異材管継手は、その接合面にタンタル層を介在せしめることによって、接合面の耐食性を向上させることができる。

【0059】なお、上述の実施例では、圧延されたクラッド管の全長にわたって内層材11を削除する場合を説明しているが、これに限るものではなく、クラッド管の全長にわたって外層材13を削除して、一端が中間層材で他端が内層材である異材管継手であっても良い。

【発明の効果】本発明によれば、外層材とこれより変形抵抗が小さい中間層材と、前記外層材と同種類の金属の内層材とを嵌合し、圧延により接合するので、中間層材を均一に変形せしめてその外面及び内面を良好に接合でき、優れた接合強度の大径の異材管継手を製造できる等、本発明は優れた効果を奏するものである。

【図 1】本発明に係る嵌合組立材の嵌合組立材の正面断面図である。

【図3】本発明の実施に使用する傾斜圧延機を示す模式図である。

【図5】本発明の実施に使用する傾斜圧延機の傾斜角 θ を示す側面図である。

【図6】本発明によって製造される異材管継手の一部断面側面図である。

【図8】本発明に係る他の嵌合組立材の一部破砕した側面図である。

【図9】接合強度即ち剪断強度を調べる方法を示す模式的断面図である。

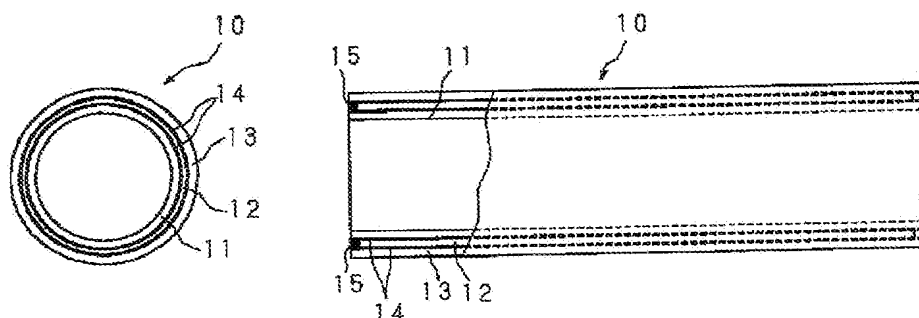
【図10】耐食性を調べるための腐食試験片の形状を示す正面図及び側面図である。

【符号の説明】

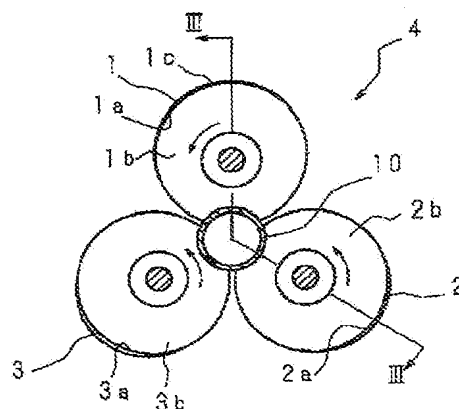
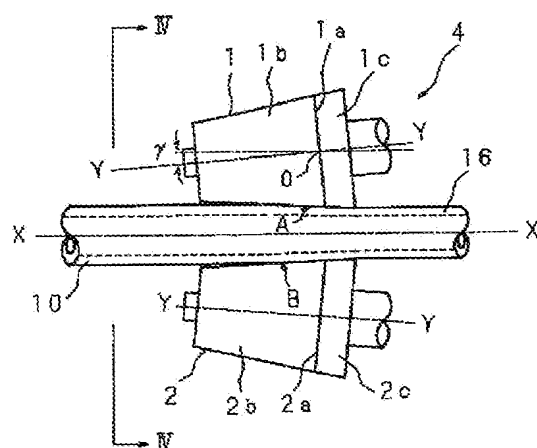
10 1, 2, 3 ロール
4 傾斜圧延機
10 嵌合組立材
11, 21 内層材
12, 22 中間層材
13, 23 外層材
14 タンタル層
16 クラッド管
17 異材管継手

*

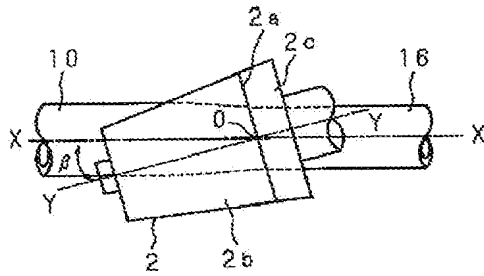
【圖7】



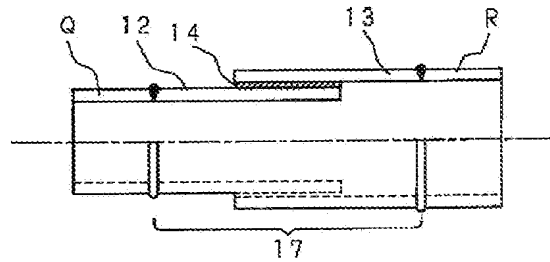
【图4】



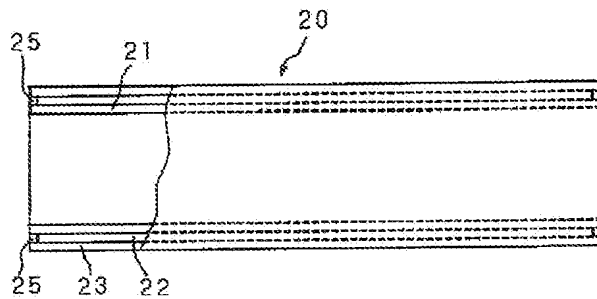
【図5】



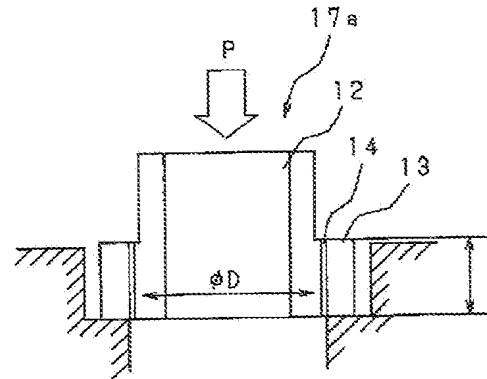
【図6】



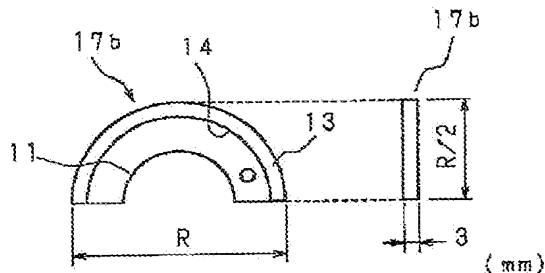
【図8】



【図9】



【図10】



【手続補正書】

【提出日】平成7年8月3日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 軸方向両端部の夫々が異種類の金属管からなる異材管継手の製造方法において、変形抵抗が大きい金属からなる内層材及び外層材と、変形抵抗が小さい金属からなる中間層材とを、前記中間層材を内層材と外層材との間に介在せしめて嵌合し、複合管材を形成する工程と、該複合管材を加熱する工程と、3個または4個のロールを備える傾斜圧延機を用い、1.05～1.25の延伸

比で圧延してクラッド管を形成する工程と、該クラッド管の一端側で外層材または内層材を残存させて残りを除去する工程と、他端側で中間層材を残存させて残りを除去する工程とを有することを特徴とする異材管継手の製造方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項2

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項2】 前記内層材及び外層材にステンレス鋼またはニッケル基合金を用い、前記中間層材にアルミニウムまたはアルミニウム合金を用いて、形成された前記複

合管材を 450℃乃至 620℃に加熱する請求項1記載の異材管継手の製造方法。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項3

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項3】 軸方向両端部の夫々が異種類の金属管からなる異材管継手の製造方法において、変形抵抗が大きい金属からなる内層材及び外層材と、変形抵抗が小さい金属からなる中間層材とを、前記中間層材を内層材と外層材との間に介在せしめ、前記内層材と中間層材との間及び中間層材と外層材との間にタンタル層を夫々介在せしめて嵌合し、複合管材を形成する工程と、該複合管材を加熱する工程と、3個または4個のロールを備える傾斜圧延機を用い、1.05～1.25の延伸比で圧延してクラッド管を形成する工程と、該クラッド管の一端側で外層材または内層材を残存させて残りを除去する工程と、他端側で中間層材を残存させて残りを除去する工程とを有することを特徴とする異材管継手の製造方法。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正内容】

【0002】

【従来の技術】一般に、原子力プラントには高耐食性のステンレス鋼またはインコネル（商品名）等のニッケル基合金と、純ジルコニウム、ジルカロイ等のジルコニウム合金（以下ジルコニウム系材料と総称する）または、純チタン、Ti-5%Ta等のチタン合金（以下チタン系材料と総称する）との異材管継手を使用されている。特にジルコニウム系材料、チタン系材料は耐食性に優れており、また熱中性子吸収断面積が極めて小さいので強酸液回収装置、原子炉等の材料として利用されている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

【課題を解決するための手段】第1発明に係る異材管継手の製造方法は、軸方向両端部の夫々が異種類の金属管からなる異材管継手の製造方法において、変形抵抗が大きい金属からなる内層材及び外層材と、変形抵抗が小さい金属からなる中間層材とを、前記中間層材を内層材と外層材との間に介在せしめて嵌合し、複合管材を形成する工程と、該複合管材を加熱する工程と、3個または4個のロールを備える傾斜圧延機を用い、1.05～1.25の延伸比で圧延してクラッド管を形成する工程と、該クラッ

ド管の一端側で外層材または内層材を残存させて残りを除去する工程と、他端側で中間層材を残存させて残りを除去する工程とを有することを特徴とする。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】第2発明に係る異材管継手の製造方法は、第1発明において、前記内層材及び外層材にステンレス鋼またはニッケル基合金を用い、前記中間層材にアルミニウムまたはアルミニウム合金を用いて形成された前記複合管材を 450℃乃至 620℃に加熱することを特徴とする。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】第3発明に係る異材管継手の製造方法は、軸方向両端部の夫々が異種類の金属管からなる異材管継手の製造方法において、変形抵抗が大きい金属からなる内層材及び外層材と、変形抵抗が小さい金属からなる中間層材とを、前記中間層材を内層材と外層材との間に介在せしめ、前記内層材と中間層材との間及び中間層材と外層材との間にタンタル層を夫々介在せしめて嵌合し、複合管材を形成する工程と、該複合管材を加熱する工程と、3個または4個のロールを備える傾斜圧延機を用い、1.05～1.25の延伸比で圧延してクラッド管を形成する工程と、該クラッド管の一端側で外層材または内層材を残存させて残りを除去する工程と、他端側で中間層材を残存させて残りを除去する工程とを有することを特徴とする。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】第4発明に係る異材管継手の製造方法は、前記内層材及び外層材にステンレス鋼またはニッケル基合金を用い、前記中間層材にジルコニウム系材料またはチタン系材料を用いて形成された前記複合管材を 800℃乃至1200℃に加熱することを特徴とする。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】第2発明の異材管継手の製造方法では、第1発明に加えて、内層材及び外層材にステンレス鋼また

はニッケル基合金を用い、これらよりも変形抵抗が小さいアルミニウムまたはアルミニウム合金を中間層材に用い、中間層材への圧縮応力を同種の金属である内層材及び外層材により内外面から作用させて接合性を良好にする。また、加熱温度が450℃乃至620℃であるので、アルミニウムまたはアルミニウム合金が溶融することがない。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】第4発明の異材管継手の製造方法では、第3発明に加えて、内層材及び外層材にステンレス鋼またはニッケル基合金を用い、これらよりも変形抵抗が小さいジルコニウム系材料またはチタン系材料を中間層材に用い、夫々の接合界面にタンタル層を設けて、中間層材への圧縮応力を同種の金属である内層材及び外層材により内外面から作用させて接合性を良好にする。また、加熱温度が800℃乃至1200℃であるので、タンタル層の接合界面にタンタル-鉄系またはタンタル-ニッケル系の脆い又は耐食性に劣る金属間化合物が生じることがない。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】

【実施例】以下本発明をこれを示す図面に基づき具体的に説明する。図1は本発明に係る嵌合組立材の正面断面図、図2はその一部破砕した側面図であり、図中10は嵌合組立材を示す。嵌合組立材10は、ステンレス鋼またはニッケル基合金からなる筒状の内層材11の外側にジルコニウム系材料またはチタン系材料からなる筒状の中間層材12を嵌合させ、さらに、その外面側にステンレス鋼またはニッケル基合金からなる筒状の外層材13を嵌合させて、夫々の接合面にTa箔からなるタンタル層14を介在せしめてなる。この嵌合した状態で内層材11と外層材13との間を真空状態(1×10^{-3} Torr以下)とした後、嵌合組立材10の中間層材12の両端にリング状の蓋部材15を嵌装して内層材11と外層材13との間を密閉し、図示しない加熱炉にて加熱した後、傾斜圧延機へ送給する。ここで、内層材11と外層材13との間を真空状態にするのは、この嵌合組立材10を加熱したときに接合界面に酸化物が形成されるのを回避するためである。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】以上の如き製造工程において形成される嵌合組立材10にあっては、内層材11と中間層材12との接合面及び中間層材12と外層材13との接合面夫々にタンタル層14を設けている。タンタルは異種金属材料間で有害な金属間化合物の形成を抑制するので、タンタル層14を設けることにより接合強度、耐食性が向上する。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】次に延伸比について述べる。 L/L_0 が1.25を超えると複合組立材10がロール1,2,3の間に張り出して、圧延途中の嵌合組立材10の断面形状が三角形～五角形の多角形となり、またフレアリング現象が生じて圧延ができなくなるからである。また、 L/L_0 が1.05未満では、クラッド管16の接合界面夫々の接合性及び接合強度が悪化するからである。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正内容】

【0027】上記の理由によって、本発明にあっては軸対称加工法である傾斜圧延法を採用しており、従来の孔型圧延法では不足していた接合強度を十分な強度まで高め得るように、嵌合組立材10を傾斜圧延する。その結果、800℃～1200℃に加熱した嵌合組立材10の金属界面で拡散が促進されて拡散接合が可能になる。また、この熱間傾斜圧延によって若干の金属間化合物が形成された場合でも、接合界面に作用する円周方向の剪断歪によって金属間化合物層の厚みが薄肉化され、接合性に優れたクラッド管16を製造できる。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】また、3個または4個のコーン型ロールを有する傾斜圧延機を用いる理由は、2個のロールを有する傾斜圧延機を用いた場合は、嵌合組立材10の断面形状が楕円になり、圧延中に円形断面形状を保持することが困難になるためである。また、5個以上のロールを備える傾斜圧延機は、機械設計上ロールを保持するショック(chock)部でのベアリング等の選定が困難であり、実用的ではない。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正内容】

【0032】図7は本発明の他の実施例の嵌合組立材の正面断面図、図8はその一部破砕した側面図であり、図中20は嵌合組立材を示す。嵌合組立材20は、ステンレス鋼またはニッケル基合金からなる筒状の内層材21の外側に純アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる筒状の中間層材22を嵌合させ、さらに、その外面側にステンレス鋼またはニッケル基合金からなる筒状の外層材23を嵌合させてなる。上述のジルコニウム系材料またはチタン系材料を用いた実施例では夫々の接合面にTa箔を介在せしめているが、純アルミニウム、アルミニウム合金のような材料はステンレス鋼、ニッケル基合金のような材料との接合界面に、接合不良を来すような金属間化合物を形成しないので、Ta箔を介在せしめる必要はない。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正内容】

【0033】このような嵌合組立材20は、内層材21と外層材23との間を真空状態(1×10^{-1} Torr以下)とした後に両端をリング状の蓋部材25で密閉し、図示しない加熱炉にて加熱した後、傾斜圧延機へ送給する。このときの熱間圧延の設定条件について説明する。

(1) 450℃～620℃の範囲に加熱すること。

(2) 延伸比(圧延後の長さL/圧延前の長さL₀)は1.05～1.25とする。

加熱温度の上限を620℃としたことは、温度が660℃を*

数値例1.

外層材13: SUS304L, 外径97.3mm×内径87.0mm×長さ300mmの管
厚みt/外径D=0.053

中間層材12: 純Zr, 外径86.4mm×内径76.1mm×長さ290mmの管
t/D=0.06

内層材11: SUS304, 外径75.5mm×内径65.2mm×長さ300mmの管
t/D=0.068

タンタル層14: 純Ta, 厚み0.1mm×幅100mmの箔

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

※【補正方法】変更

【補正内容】

※【0037】

数値例2.

外層材13: SUS304L, 外径97.3mm×内径87.0mm×長さ300mmの管
t/D=0.053

中間層材12: Ti-5%Ta, 外径86.4mm×内径76.1mm×長さ290mmの管
t/D=0.06

内層材11: SUS304, 外径75.5mm×内径65.2mm×長さ300mmの管
t/D=0.068

タンタル層14: 純Ta, 厚み0.1mm×幅100mmの箔

なお、夫々の管材の成分を表1及び表2に示す。

【手続補正21】

* 超えるとアルミニウムが溶融するためである。本発明での傾斜圧延では圧延中加工熱が発生するので、これによる温度上昇を考慮して加熱温度の上限を620℃とした。一方、加熱温度の下限を450℃としたのは、金属界面で両金属を拡散接合させるためであり、450℃に満たないと拡散接合を十分に行えないからである。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正内容】

【0035】以上のようにして製造されたクラッド管の内層材21を全長にわたって除去した後、一端側では中間層材22を除く他のものを除去し、他端側では外層材23を除く他のものを除去して異材管継手を形成することにより、ステンレス鋼またはニッケル基合金と純アルミニウム又はアルミニウム合金とを異材管継手で継ぐことができる。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正内容】

【0036】次に、以上の如き方法にて製造された試験片を用いて行った接合強度試験について述べる。まず、一端がジルコニウム系材料またはチタン系材料で、他端がステンレス鋼である異材管継手についての例を挙げる。

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正内容】

【0039】

【表2】

表 2

材 料	C	Fe+Cr	Ta	O	
純Zr	0.003	0.146	—	0.123	
Ti-5%Ta 合金	0.006	0.026	4.63	0.081	
材 料	N	H	Hf	Ti	Zr
純Zr	0.0017	0.0003	0.0048	—	殘
Ti-5%Ta 合金	0.005	0.0008	—	殘	—
材 料	Al		Mg	Cr	
純Al(1050)	99.5以上		—	—	
Al合金(5052)	殘		2.5	0.25	

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正内容】

【0040】これらを用いて下記の方法で嵌合組立材10を製作した。内層材11、中間層材12、外層材13及びタンタル層14を脱脂、洗浄したのち、タンタル層14を内層材11に巻き付け、これを中間層材12に挿入する。次にタンタル層14を中間層材12に巻き付け、これを外層材13に挿入する。その両端を内層材11又は外層材13と同じ材料からなる段付円盤状の蓋部材15、15(図2参照)で電子ビームにて 3×10^{-4} Torrの真空度の状態にして密閉溶接した。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】これらを用いて下記の方法で嵌合組立材を製作した。内層材21、中間層材22及び外層材23を脱脂、洗浄した後に、内層材21を中間層材22に挿入し、これを外層材23に挿入する。その両端を内層材21又は外層材23と同じ材料からなる段付円盤状の蓋部材25で電子ビームにて 3×10^{-4} Torrの真空度の状態にして密閉溶接した。

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正内容】

【0046】このように圧延されたクラッド管の内層材

11とこの内層材に隣接するタンタル層14とを全長にわたって内削除去し、一端側は外層材13のみを残存させ、他端側は中間層材12のみを残存させ、所定長さの異材管継手を得た。図9は、接合強度即ち剪断強度を調べる方法を示す模式的断面図である。図は数値例1の試供材について示している。試験片17aは、所定長さの異材管継手17の外層材13側を一定長さhであり、中間層材12側をその外径Dよりも僅かに小さい外径の円筒部に削径したものであり、各試供材について2個ずつ作成する。そして、中間層材12の外径Dよりも若干大きい直径の円形開口部を有する支持部材18を、外層材13側の端部がその開口部の縁部に当接するように配置し、その状態で円筒部側から押圧力を付与して中間層材12と外層材13とが破断する荷重Pを測定する。そして、測定された値を(1)式に代入し、剪断強度を求めた。その結果を表4に示す。

$$\text{剪断強度} = P / (\pi \times D \times h) \quad \cdots (1)$$

【手続補正25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正内容】

【0048】表4に示す結果から、全ての試供材について、延伸比が1.25を超える例(ニ)では圧延が不可能であることが判る。また延伸比が1.02である例(イ)では、延伸比が1.05である例(ロ)に比較して剪断強度は極端に低くなることが判る。従って、高接合強度を有して異材管継手を製造するためには、延伸比は1.05以上1.25以下で行うことが望ましいと言える。

【手続補正26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0052

【補正方法】変更

【補正内容】

【0052】その結果、中間層材に純Zr、Ti-5%Ta、純アルミニウムまたはアルミニウム合金を用いた全ての試供材について、 $t/D=0.090$ の数値例7及び $t/D=0.097$ の数値例8は外層材と中間層材との間に若干の未接合部が生じた。一方、 $t/D=0.065$ の数値例5及び $t/D=0.078$ の数値例6では、未接合部は生じず、接合界面の剪断強度は表4の(へ)と同程度であり、良好な圧延が行えたと言える。これらのことから、高接合性及び高接合強度の異材管継手を製造するためには、嵌合組立材の外層材は外径Dに対する厚みtの比を0.08以下とすることが望ましいことが判る。

【手続補正27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0053

【補正方法】変更

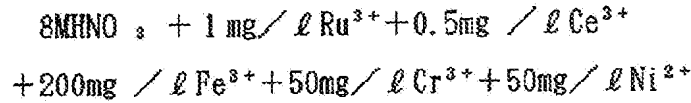
【補正内容】

【0053】また、耐食性を調べるべく上述の数値例

1, 2について、図10に示すように半円状で幅3mmの腐食試験片17bを、異材管継手の接合部分を圧延方向と直交する平面で切断して製作した。図中rはクラッド管16の直径を示している。そして数値例1, 2の比較例として、タンタル層14を介在させない異材管継手を製作し、上述と同様に腐食試験片を製作した。

【手続補正28】

*



【手続補正29】

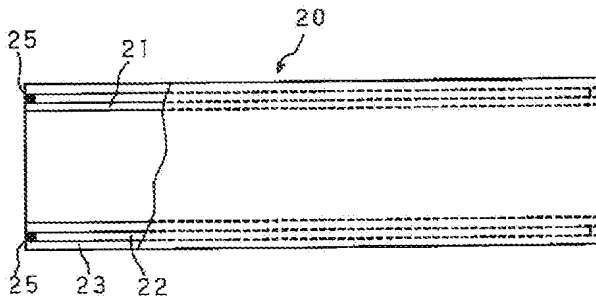
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図8

【補正方法】変更

【補正内容】

【図8】



【手続補正30】

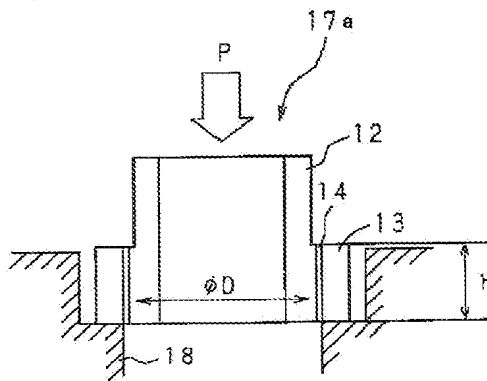
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図9

【補正方法】変更

【補正内容】

【図9】



※

※【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正内容】

【0055】

【数1】

※【手続補正31】

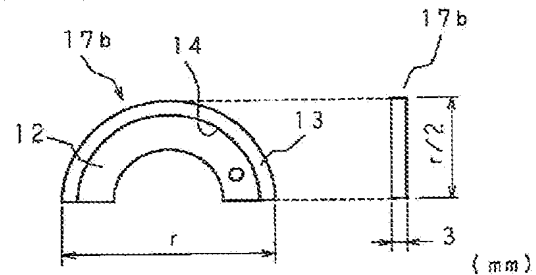
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図10

【補正方法】変更

【補正内容】

【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 武田 誠一郎

茨城県那珂郡東海村大字村松4-33番地
動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所内

(72)発明者 永井 崇之

茨城県那珂郡東海村大字村松4-33番地
動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所内